

Soldering an optical component to a metal mounting

Patent number: DE19735760

Publication date: 1999-02-25

Inventor: HOLDERER HUBERT (DE); DEYHLE JOHANNES (DE); DIETENMEIER ULRICH (DE)

Applicant: ZEISS CARL FA (DE)

Classification:

- **international:** C03C27/04; C23C14/18; C25D1/00; C03C27/00; C23C14/18; C25D1/00; (IPC1-7): C03C27/04; C23C14/18; C25D1/00

- **europen:** C03C27/04B4; C23C14/18B; C25D1/00

Application number: DE19971035760 19970818

Priority number(s): DE19971035760 19970818

Also published as:

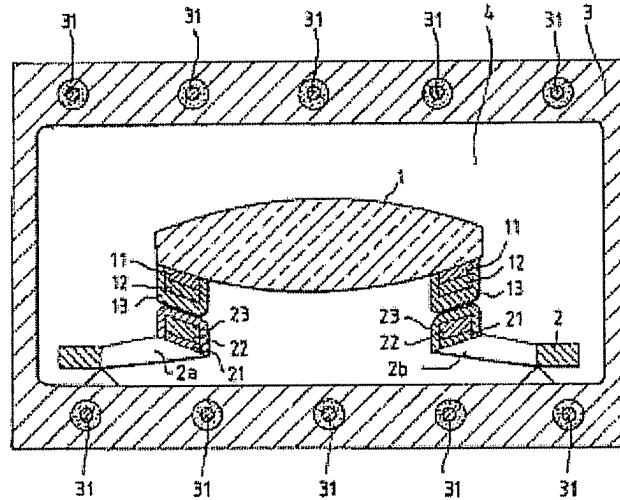
- EP0901992 (A2)
- US6392824 (B1)
- JP11228192 (A)
- EP0901992 (A3)
- EP0901992 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19735760

A transparent part is joined to a metal part by applying an adhesion layer and a solderable diffusion barrier onto the transparent part, providing the metal part with a solder layer and heating the contacting parts to the solder melting temperature. An Independent claim is also included for an assembly of a transparent part (especially of quartz glass or calcium fluoride) and a metal part, in which the solder joint region has a sequence of transparent material, adhesion layer (preferably Cr, Al or TiW), diffusion barrier layer (preferably Ni), preferably two oxidation protective layers (preferably Au), solder (preferably a Sn or In alloy), optionally a wetting promotion layer (preferably Ni or Cu) and metal (preferably steel or Fe-Ni alloy), the soldering operation resulting in transition region formation between the layers and optionally diffusion of the oxidation protective layers into the solder.

Preferred Features: The layers are applied to the metal part by electroplating and the transparent part is coated by a thin film technique, especially sputtering.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(12) **Offenlegungsschrift**(10) **DE 197 35 760 A 1**(51) Int. Cl. 6:
C 03 C 27/04

C 25 D 1/00

C 23 C 14/18

(71) Anmelder:

Fa. Carl Zeiss, 89518 Heidenheim, DE

(21) Aktenzeichen: 197 35 760.1

(22) Anmeldetag: 18. 8. 97

(43) Offenlegungstag: 25. 2. 99

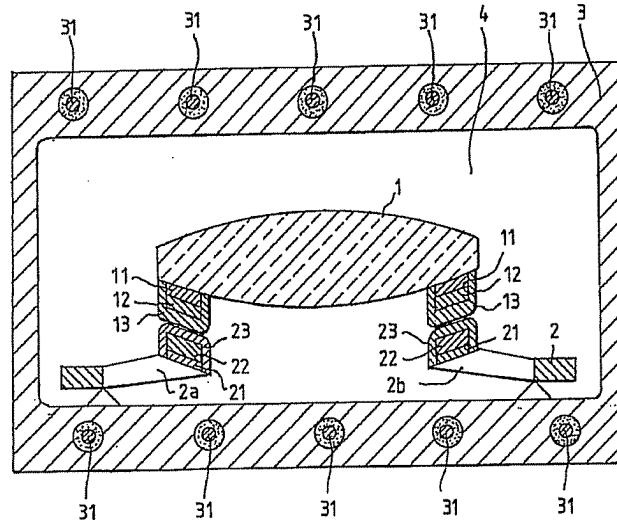
(72) Erfinder:

Holderer, Hubert, 89551 Königsbronn, DE; Deyhle, Johannes, 89551 Königsbronn, DE; Dietenmeier, Ulrich, 73466 Lauchheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Lötverfahren für optische Materialien an Metallfassungen und gefaßte Baugruppen

- (55) Baugruppe, bestehend aus einem Teil (1) aus transparentem Werkstoff, insbesondere Quarzglas oder Kalziumfluorid, und einem damit verlötzten Metallteil (2), wobei im Bereich einer Lötverbindung folgender Schichtaufbau vorliegt:
- transparenter Werkstoff des einen Teils (1)
 - Haftschicht (11)
 - Diffusionssperrsicht (12)
 - vorzugsweise erste Oxidationsschutzschicht (13)
 - vorzugsweise zweite Oxidationsschutzschicht (23)
 - Lot (22)
 - bedarfsweise Benetzungshilfsschicht (21)
 - Metall des Metallteils (2)
- jeweils mit Übergängen zwischen den Schichten (11-23), insbesondere in für das Löten typischer Weise und gegebenenfalls mit Eindiffusion der zwei Oxidationsschutzschichten (13, 23) in das Lot (22).



Beschreibung

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Baugruppe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 9.
- 5 Aus der DE 38 27 318 A ist das Verlöten von Quarzglas u. a. mit einer Nickel-Eisen-Legierung mit einem Zwischenring aus Aluminium, beschichtet mit Zinn oder Zink und Gold oder Silber bekannt. Die Teile werden im Ofen bei ca. 600°C verlötet. Das Augenmerk dieser Patentanmeldung ist auf die Dichtigkeit der Verbindung gerichtet.
- JP 1/215 745 A (Derwent WPI Abstract) beschreibt das Ofenlöten von Quarzglas mit Metall mit einem Lot aus Indium, Zinn, Siliziumkarbid und Kohlenstoff bei Temperaturen oberhalb 100°C und unter Druck. Beschichtungen sind nicht vorgesehen, Spannungen werden durch die Lotschicht abgebaut.
- 10 Laut JP 58/120 578 A (Derwent WPI Abstract) wird Quarz, Borosilikatglas oder andere Materialien vorzugsweise durch Einbrennen einer Paste mit einem Film aus Edelmetall beschichtet. Ein Metallteil wird mit Titan oder Zirkonium beschichtet und anschließend mit Silberlot oder Silber-Kupfer-Lot. Beide Teile werden zusammengesetzt und im Vakuum oder unter Schutzgas erhitzt. Das verwendete Hartlot bedingt dabei hohe Temperaturen. Die Teile sind vorzugsweise komplex geformt und porös oder schaumig. Optische Elemente sind nicht angesprochen.
- 15 Gesucht ist eine Technik, mit der optische Elemente auf Fassungen gelötet werden können. Dazu müssen niedrige Prozeßtemperaturen unter etwa 200°C bis unter 150°C eingehalten werden, um dünne optische Schichten, aber auch den Linsenwerkstoff an sich, z. B. optisches Glas, Quarzglas, Kalziumfluorid, oder andere Fluoride, zu schützen. Zugleich sind thermische und andere Spannungen einschließlich Druckbeanspruchungen während des Lötverfahrens wie davor und danach minimal zu halten, da sie für die Beständigkeit des Werkstoffs und die optische Funktion eine beträchtliche Gefahr darstellen. Zugleich muß eine ausreichende Festigkeit der Verbindung mit einer Zugscherfestigkeit oberhalb von etwa 10 N/mm² erreicht werden.
- 20 Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Baugruppe nach Anspruch 9. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 8 und 10 bis 18.
- 25 Das Verlöten mit gemeinsamer Temperaturlötführung aller Partner hält thermische Spannungen minimal, was durch niedrigschmelzendes Lot (Ansprüche 2, 13) unterstützt wird.
- Die ersten Beschichtungen beider Teile sorgen für gute Festigkeit, die jeweiligen Antioxidationsschichten ermöglichen einfache Handhabung unter Vermeidung von Flußmitteln, die vor allem für optische Flächen von Linsen und der gleichen erhebliche Risiken darstellen würden.
- 30 Näher erläutert wird die Erfindung beispielhaft anhand der Zeichnung, deren Fig. 1 Linse und Fassung mit erfundungsgemäßen Schichten im Ofen zeigt, alles schematisch.
- Das Teil 1 aus transparentem Werkstoff ist im gezeigten Beispiel eine Linse, speziell eine hochgenaue UV-Linse aus Quarzglas oder Kalziumfluorid, die Teil einer Projektionsbelichtungsanlage für die Mikrolithographie ist. Hinsichtlich Störungen wie Formveränderungen oder Spannungsdoppelbrechung einzelner Linsen ist ein solches System äußerst 35 empfindlich. Besonders der Werkstoff Kalziumfluorid ist durch seine Kristallstruktur zudem gegen Temperaturdifferenzen im Werkstück bruchempfindlich. Hochwertige Antireflexschichten auf der Linse (hier nicht dargestellt) dürfen ebenfalls nicht thermisch strapaziert werden, um Veränderungen zu vermeiden.
- Die Fassung 2 ist diesen Erfordernissen angepaßt.
- 40 Die Linse 1 ist in einer Dünnschicht-Beschichtungsanlage mit einer Haftschicht 11, einer lötfähigen Diffusionssperrschicht 12 und einer ersten Oxidationsschutzschicht 13 versehen. Diese Beschichtung erfolgt in einer Vakuum-Beschichtungsanlage mit einer Maske, welche die optisch genutzten Flächen der Linse 1 zuverlässig abdeckt. Das Sputtern hat sich als besonders geeignete Dünnschichttechnik herausgestellt, da bei niedrigen Temperaturen gut haftende Schichten erzeugt werden.
- 45 Das als Fassung dienende Teil 2 wird im voraus mit Lot 22 versehen. Um niedrigschmelzendes Lot mit einem Metallteil 2 aus Edelstahl verbinden zu können, ist jedoch eine Benetzungs hilfsschicht zuerst auf das Metallteil 2 aufgebracht.
- Auch die darauf folgend aufgetragene Lotschicht 22 wird vorzugsweise mit einer Oxidationsschutzschicht 23 überzogen. Damit kann das beschichtete Teil 2 ohne Beeinträchtigung des Lots gehandhabt werden und erhitzt werden.
- 50 Da die Lotschicht 22 eine Dicke von ca. 100 µm hat, sind Dünnschichttechniken wie das Sputtern für ihre Herstellung nicht praktikabel. Alle drei Schichten 21 bis 23 werden daher vorzugsweise galvanisch aufgetragen. Die gleiche Beschichtungstechnologie für alle drei Schichten hat den großen Vorteil, daß sie unmittelbar nacheinander, ohne großen Handlingaufwand und ohne Lagerzeit, in der Oxidation auftreten würde, ausgeführt werden kann.
- Die beschichtete Linse 1 und die beschichtete Fassung 2 werden aufeinander positioniert – dazu werden nach Bedarf Justier- und Haltevorrichtungen verwendet – und in einen Ofen 3 eingebracht. Dessen Innenraum 4 wird vorzugsweise mit N₂ oder einem anderen Schutzgas geflutet. Mittels (elektrischen) Heizstäben 31 wird der Ofen 3 beheizt, bis die 55 Schmelztemperatur des Lotes 22 erreicht wird. Dieses bildet dann mit den beiden Oxidationsschutzschichten 23 und 13 und vorwiegend mit der Diffusionssperrschicht 12 Legierungen und benetzt flächig das transparente Teil 1 (die Linse) im Verbindungsbereich.
- Für ein Beispiel gibt Tabelle 1 die bevorzugten Schichtmaterialien und -dicken.

Tabelle 1

	Material	Dicke [μm]	
1 Linse	Ca F ₂		5
11 Haftschicht	Cr	0,5	
12 Diffusionssperrsicht	Ni	5	10
13 1. Oxidationsschutzschicht	Au	0,1	
23 2. Oxidationsschutzschicht	Au	0,1	
22 Lot	SnPb	100	15
21 Benetzungshilfsschicht	Ni	5	
2 Fassung	Edelstahl		

Die Schmelztemperatur beträgt dabei 183°C. Die Erwärmung erfolgt in 15 min, die Abkühlung auf Zimmertemperatur in 30 min. Die Zugscherfestigkeit der Verbindung erreicht 15 MPa.

Für Quarzglas als transparentes Teil sind die gleichen Schichten geeignet wie für Kalziumfluorid, ebenso für Reinaluminium und Titan als Fassungswerkstoffe. Messing oder Kupfer als Fassungswerkstoffe benötigen keine Benetzungshilfsschicht 21.

Quarzglas statt Kalziumfluorid verkraftet auch größere thermische Beanspruchungen, so daß hiermit auch die Erhitzung ohne Ofen, z. B. induktiv, durch eine Heizplatte, einen Infrarotstrahler usw. erfolgen kann.

Als Lote kommen auch andere Legierungen mit niedrigem Schmelzpunkt in Frage, z. B. 52In48Sn mit 118°C und 80In15PbsAg mit 149°C Schmelztemperatur.

Als Oxidationsschutzschicht 13, 23 kommen alle zu dem Lot 22 bzw. zur Diffusionssperrsicht 12 bekannten Passivierungsschichten in Frage.

Die Schichtdicken können natürlich variiert werden. Besonders die Dicke der Lotschicht 22 kann der Toleranz der Fügeflächen des transparenten Teils 1 und des Metallteils 2 angepaßt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden eines Teiles (1) aus transparentem Werkstoff, insbesondere Quarzglas oder Kalziumfluorid, mit einem Metallteil (2), dadurch gekennzeichnet, daß
 - auf das Teil (1) im Fügebereich eine Haftschicht (11) und eine lötfähige Diffusionssperrsicht (12) aufgebracht werden,
 - das Metallteil (2) mit einer Lotschicht (22) versehen wird,
 - das Teil (1) und das Metallteil (2) aufeinander positioniert werden und dann
 - gemeinsam auf Schmelztemperatur der Lotschicht (22) gebracht werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelztemperatur unter 200°C, vorzugsweise unter 120°C liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Diffusionssperrsicht (12) und/oder die Lotschicht (22) mit einer Oxidationsschutzschicht (13, 23) beschichtet werden.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lotschicht (22) galvanisch aufgebracht wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallteil (2) mit einer Benetzungshilfsschicht (21), der Lotschicht (22) und einer Oxidationsschutzschicht (23) versehen wird, vorzugsweise jeweils durch galvanische Abscheidung.
6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, daß das Teil (1) aus transparentem Werkstoff in Dünnschichttechnik, insbesondere durch Sputtern, beschichtet wird.
7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, daß das Erhitzen auf Schmelztemperatur in einem Ofen (3) erfolgt.
8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, daß Teil (1) und Metallteil (2) auch gemeinsam auf Raumtemperatur abgekühlt werden, insbesondere in einem Ofen (3)
9. Baugruppe, bestehend aus einem Teil (1) aus transparentem Werkstoff, insbesondere Quarzglas oder Kalziumfluorid, und einem damit verlöteten Metallteil (2), dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich einer Lötverbindung folgender Schichtaufbau vorliegt:
 - transparenter Werkstoff des einen Teils (1)
 - Haftschicht (11)
 - Diffusionssperrsicht (12)
 - vorzugsweise erste Oxidationsschutzschicht (13)
 - vorzugsweise zweite Oxidationsschutzschicht (23)
 - Lot (22)
 - bedarfsweise Benetzungshilfsschicht (21)
 - Metall des Metallteils (2) jeweils mit Übergängen zwischen den Schichten (11–23), insbesondere in für das

- D D I I S S I C C A T I O N
- Löten typischer Weise und gegebenenfalls mit Eindiffusion der zwei Oxidationsschutzschichten (13, 23) in das Lot (22).
10. Baugruppe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschicht (11) aus Cr, Al, oder TiW besteht.
11. Baugruppe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Diffusionssperrschicht (12) aus Nickel besteht.
- 5 12. Baugruppe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Oxidationsschutzschicht (13) aus Gold besteht.
13. Baugruppe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Oxidationsschutzschicht (23) aus Gold besteht.
- 10 14. Baugruppe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Lot (22) aus einer Zinn- oder Indiumlegierung besteht.
- 15 15. Baugruppe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Benetzungshilfsschicht (21) aus Ni oder Cu besteht.
16. Baugruppe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall des Metallteils (2) aus Stahl oder einer Eisen-Nickel-Legierung besteht.
17. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 9–16, dadurch gekennzeichnet, daß das eine Teil (1) ein optisches Bauelement, z. B. eine optische Linse, ein Spiegel oder ein Prisma ist.
18. Baugruppe nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallteil (2) eine Fassung ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

